



BIARRITZ - Mai 1984 -

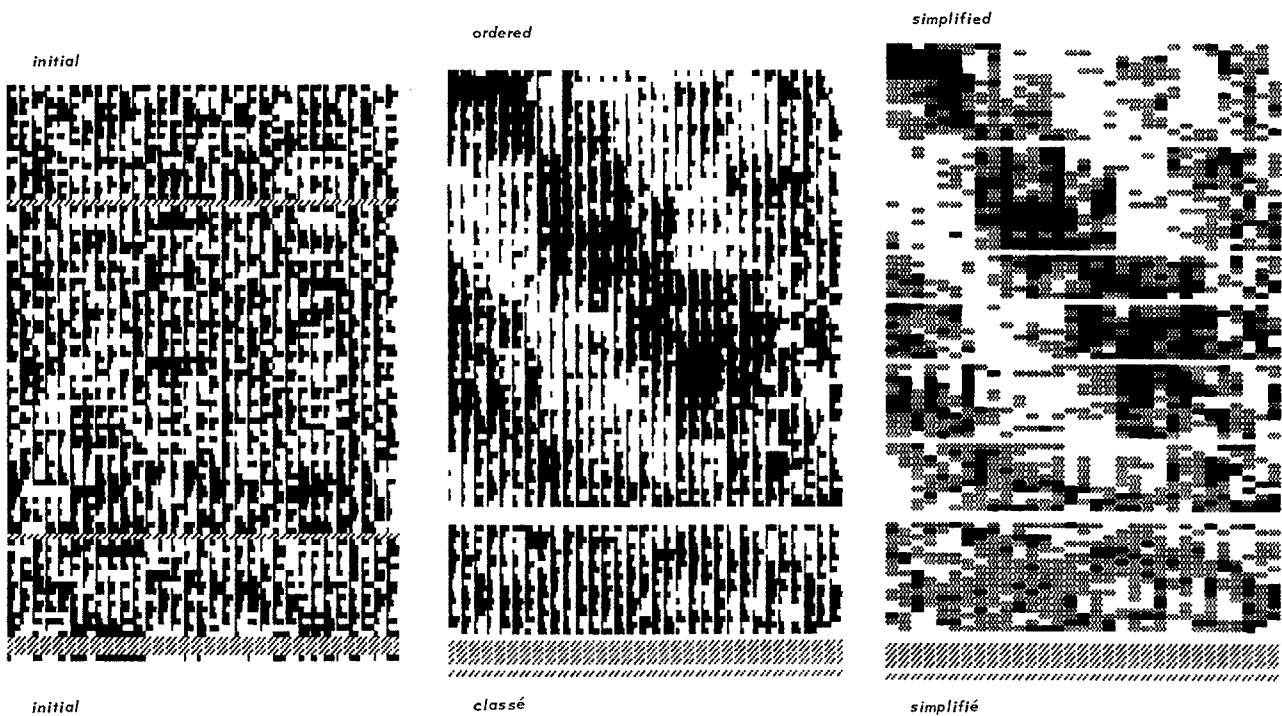
UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION

J. LE FOURN et A. MAILLES

Laboratoire de Graphique (EHESS) - 131 Boulevard Saint Michel - F75005 PARIS FRANCE

**RESUME****SUMMARY**

Our communication aims at pointing to some of the constraints a "graphic" micro-processor entails. For this purpose, a precise definition of what graphic Information Processing means was necessary. The programs we could work with and realize on APPLE II 48K can be applied to rather extended and complex tables. The example we give of the possibilities afforded by this software appear to us as most conclusive.



La communication a pour objet de mettre en évidence certaines contraintes d'un micro-ordinateur "graphique". Pour cela nous précisons ce que nous entendons par Traitement Graphique de l'Information. Les programmes que nous avons réalisés sur APPLE II 48K permettent de traiter des tableaux assez importants. Nous présentons une utilisation de ce logiciel qui nous paraît particulièrement démonstrative.



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
 J. LE FOURN et A. MAILLES

Depuis que l'écran a remplacé les télétypes et les cartes perforées, l'image envahit progressivement l'informatique; il est déjà loin le temps où les terminaux graphiques n'étaient utilisés que par quelques rares techniciens soucieux de construire des schémas de circuits intégrés, de dessiner des formes ou de visualiser l'impact d'un bâtiment dans un paysage. L'image devient omni-présente, les logiciels graphiques foisonnent. Il y en a de toutes sortes: du dessin industriel à la représentation en 3D, du document de publication à l'art en ordinateur, de la représentation photo-graphique au dessin animé, etc.

Pourtant, nous avons constaté qu'il est un type d'image qui est peu pris en compte: c'est celle du Traitement Graphique de l'Information. Une de ses caractéristiques fondamentales est de ne pas être une fin en soi, mais un outil d'organisation des données; l'image, qui représente les données, est manipulée pour mettre en évidence des groupements significatifs de données qui aideront à prendre les décisions.

Les propriétés ont été définies par J. BERTIN. Elles n'ont guère été prises en compte par les constructeurs d'ordinateurs. C'est pourquoi nous avons buté sur de nombreux obstacles techniques lorsque nous avons commencé à informatiser les fonctions graphiques. Malgré tout des programmes existent sur APPLE II (et HP 9825); ils ont permis quelques traitements particulièrement intéressants qui, nous l'espérons, sauront attirer l'attention des constructeurs de micro-ordinateurs.

Dans ce qui suit nous développons les points suivants:

- Un exemple d'analyse multivariée semi-automatisée:  
étude sur la pluri-activité agricole en France
- Trois exemples variés de Traitement Graphique de l'Information
- Structures de données et algorithmes de base du logiciel développé sur APPLE II
- Contraintes informatiques dégagées à partir de notre expérience

### ETUDE SUR LA PLURI-ACTIVITE AGRICOLE EN FRANCE

Le premier tableau, qui vous est présenté ci-contre, est un tableau de chiffres. C'est le résultat d'un travail préalable, qui s'avère être commun à toutes les méthodes d'analyse des données.

Au départ de toute analyse il y a un objectif de travail, il y a des questions auxquelles on souhaite apporter des réponses pour pouvoir prendre des décisions. Donnons en un exemple.

Y a-t-il en France des paysans? Si oui, où sont-ils? Se contentent-ils de vivre de leur terre?

L'objectif que l'on se donne ainsi amène à définir un champs d'investigation, qui permet à son tour la sélection d'un grand nombre d'informations élémentaires que nous appelons données observées. Dans notre cas elles ont été obtenues à partir des matériaux de l'INSEE, des ministères ou des collectivités locales.

Après quantification des données, on dresse le tableau des données brutes, qui a ici les départements en ligne et des indicateurs en colonne. On rend alors les données comparables en homogénéisant le tableau, puis on effectue la répartition en classes des données homogènes par examen de courbes de distribution. C'est ainsi que l'on aboutit au tableau numérique des classes de l'étude sur la pluri-activité agricole en France.

A partir de là, les méthodes d'analyse des données divergent. En ce qui nous concerne, c'est maintenant que débute le traitement purement graphique.

UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
J. LE FOURN et A. MAILLES

LA PLURI-ACTIVITE AGRICOLE EN FRANCE

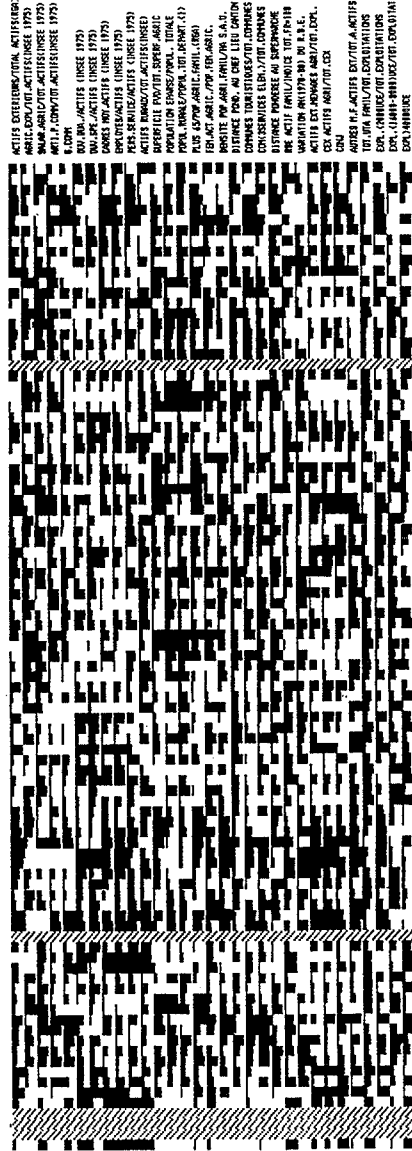
Tableau numerique des classes

Tableau visuel initial

NO.1 100 LIGNES NON PERMISEES 21 COLONNES NON PERMISEES

TABLÉAU NON PERMIS

Table with 21 columns and 100 rows of numerical data. The columns are numbered 1 to 21, and the rows are numbered 1 to 100. The data consists of small integers, likely representing agricultural activity levels across different regions.



- AIN 01
- AIN-LE-VALE 02
- ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE 03
- ALPES-ALPES 04
- ALPES-MARITIMES 05
- ARDECHES 07
- ARDENNES 08
- AUDE 09
- AUBE 10
- ARIEGE 11
- ARVEYRON 12
- BOURGOGNE-DU-NORD 13
- CANTAL 14
- CHARENTE 15
- CHARENTE-MARITIME 16
- CHER 17
- CORREZE 18
- COTTE (NORD ET SUD) 19
- COTE D'OR 20
- COTES-DU-NORD 21
- CREUSE 22
- DORDOGNE 23
- DOUBES 24
- DRÔME 25
- Eure 26
- Eure-et-Loire 27
- FINISTERE 28
- GARD 29
- HAUTE-GARONNE 30
- GERS 31
- GIRONDE 32
- GUYANE 33
- ILLE-ET-VILAINE 34
- INDRE 35
- INDRE-ET-LOIRE 36
- ISERE 37
- JURA 38
- Landes 39
- LOIRE-ET-CHER 40
- LOIRE 41
- LOIRE-LOIRE 42
- LOIRE-ATLANTIQUE 43
- LOT 44
- LOT-ET-GARONNE 45
- LOZERE 46
- MAINE-ET-LOIRE 47
- MANCHE 48
- HAUTE-MARNE 49
- MAYENNE 50
- MEUSE 51
- MORBIHAN 52
- NORD 53
- NIVERNE 54
- NORMANDE 55
- OISE 56
- ORNE 57
- PAS-DE-CALAIS 58
- PUY-DE-DOME 59
- PYRENEES-ATLANTIQUES 60
- HAUTES-PYRENEES 61
- PYRENEES-ORIENTALES 62
- BAS-RHIN 63
- HAUT-RHIN 64
- RHONE 65
- HAUTE-SAONE 66
- SAOIRE-ET-LOIRE 67
- SARTHE 68
- SAVOIE 69
- HAUTE-SAONIE 70
- VILLE-DE-PARIS 71
- SEINE-MARITIME 72
- SEINE-ET-MARNE 73
- YVELINES 74
- DEUX-SEVRES 75
- SOYNE 76
- TARN 77
- TARN-ET-GARONNE 78
- VAR 79
- VANDUOISE 80
- VOSGES 81
- VIENNE 82
- HAUTE-VIENNE 83
- YORRES 84
- YVRES 85
- TERRITOIRE-DE-BELFORT 86
- ESSONNE 87
- HAUTES-DE-SEINE 88
- SEINE-SAINT-DENIS 89
- VAL-DE-MARNE 90
- VAL-D'OISE 91



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
J. LE FOURN et A. MAILLES

---

Le traitement graphique s'appuie sur les propriétés perceptives de l'oeil, dont le pouvoir de résolution et la capacité à percevoir des taches plus ou moins grandes permettent de saisir à la fois le moindre détail et son rapport à la totalité.

On transcrit le tableau des classes en tableau visuel initial (qui se trouve à la page précédente). Aux classes ordonnées on fait correspondre des taches visuelles "ponctuelles", ordonnées par l'utilisation de la variation du noir au blanc.

on peut alors manipuler les lignes et les colonnes pour constituer des taches de dimension importante. B. Gandrille, qui a effectué la manipulation, a construit l'image ci-contre.

Des raisonnements élémentaires s'appuyant sur ce que l'on voit permettent la lecture du tableau visuel classé. On constate par exemple que distance pondérée au supermarché et au chef lieu de canton sont quasi semblables; qu'il y a beaucoup d'actifs non agricoles dans le premier groupes de départements (Nord, ... , Deux-Sèvres), alors que ce n'est pas le cas dans le deuxième groupe (Manche, ... ,Lozère); que le dernier groupe (Cher, ... , Charente) diffère des autres départements par l'existence d'un autre système de ressemblance/opposition incompatible avec le premier système .

Un tableau numérique des classes, reclassé lui aussi, permet de connaître la classe correspondant à un département et un critère donnés.

Mais la graphique ne s'arrête pas à ce reclassement; pour s'en convaincre, il suffit de tourner la page pour voir le tableau visuel simplifié construit à partir du tableau classé.



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE : PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION J. LE FOURN et A. MAILLES

LA PLURI-ACTIVITE AGRICOLE EN FRANCE

Tableau visuel classé

Tableau numérique correspondant

Tableau visuel classé showing a grid of data points for various French regions, with a legend on the left listing variables like 'CARRÉS MOY. ACTIFS (INSEE 1975)', 'EMPLOYES/ACTIFS (INSEE 1975)', etc.

Tableau numérique correspondant: A small table with 2 columns (LIGNES, COLONNES) and 26 rows of numerical data.

Tableau PERIUTE: A large grid of data points corresponding to the visual table, with a legend on the left listing regions like 'NORD', 'SEINE-ET-MARNE', 'ARDENNES', etc.



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
 J. LE FOURN et A. MAHLES

LA PLURI-ACTIVITE AGRICOLE EN FRANCE

CADRES MOY. ACTIFS (INSEE 1975)  
 EMPLOYES/ACTIFS (INSEE 1975)  
 PERS.SERVICE/ACTIFS (INSEE 1975)  
 QUA.QUA./ACTIFS (INSEE 1975)  
 QUA.QUA./ACTIFS (INSEE 1975)  
 REE.ACTIF.FAMIL/INDICE.TOT.FR=100  
 EXPL.40000ICE  
 QUA.SPE./ACTIFS (INSEE 1975)  
 EXPL.(14000-8000)ICE/TOT.EXPLOITAT.  
 TOT.UJA.FAMIL/TOT.EXPLOITATIONS  
 AGRIC.EXPL/TOT.ACTIFS(INSEE 1975)  
 DISTANCE.PIND. AU.CHEF.LIEU.CANTON  
 DISTANCE.PINDREE.AU.SUPERMARCHE  
 POPUL.RURALE/POPUL.TOT.DEPART.(1)  
 POPULATION.FEMME/POPUL.TOTALE  
 ARTI.P.COMM/TOT.ACTIFS(INSEE 1975)  
 COMMUNES.TOURISTIQUES/TOT.COMMUNES  
 PLUS.45/POP.AGRIC.FAMIL.(R6A)  
 SUPERFICIE.FVD/TOT.SUPERF.AGRIC  
 ACTIFS.EXT.MERABES.AGRIC/TOT.EXPL.  
 ACTIFS.EXTERIEURS/TOTAL.ACTIFS(R6A)  
 CEX.ACTIFS.AGRIC/TOT.CEX  
 CNAJ  
 AUTRES.M.F.ACTIFS.EXT/TOT.A.ACTIFS  
 EXPL.(2000ICE/TOT.EXPLOITATIONS  
 DENSITE.POP.AGRIC.FAMIL/HA.S.A.U.  
 COM.SERVICES.ELEM./TOT.COMMUNES  
 ACTIFS.RURBAUX/TOT.ACTIFS(INSEE)  
 FEM.ACT.AGRIC./POP.FEM.AGRIC.  
 SALAR.AGRIC/TOT.ACTIFS(INSEE 1975)  
 S.COPY  
 ORIENTATION AN(1970-80) DU R.B.E.

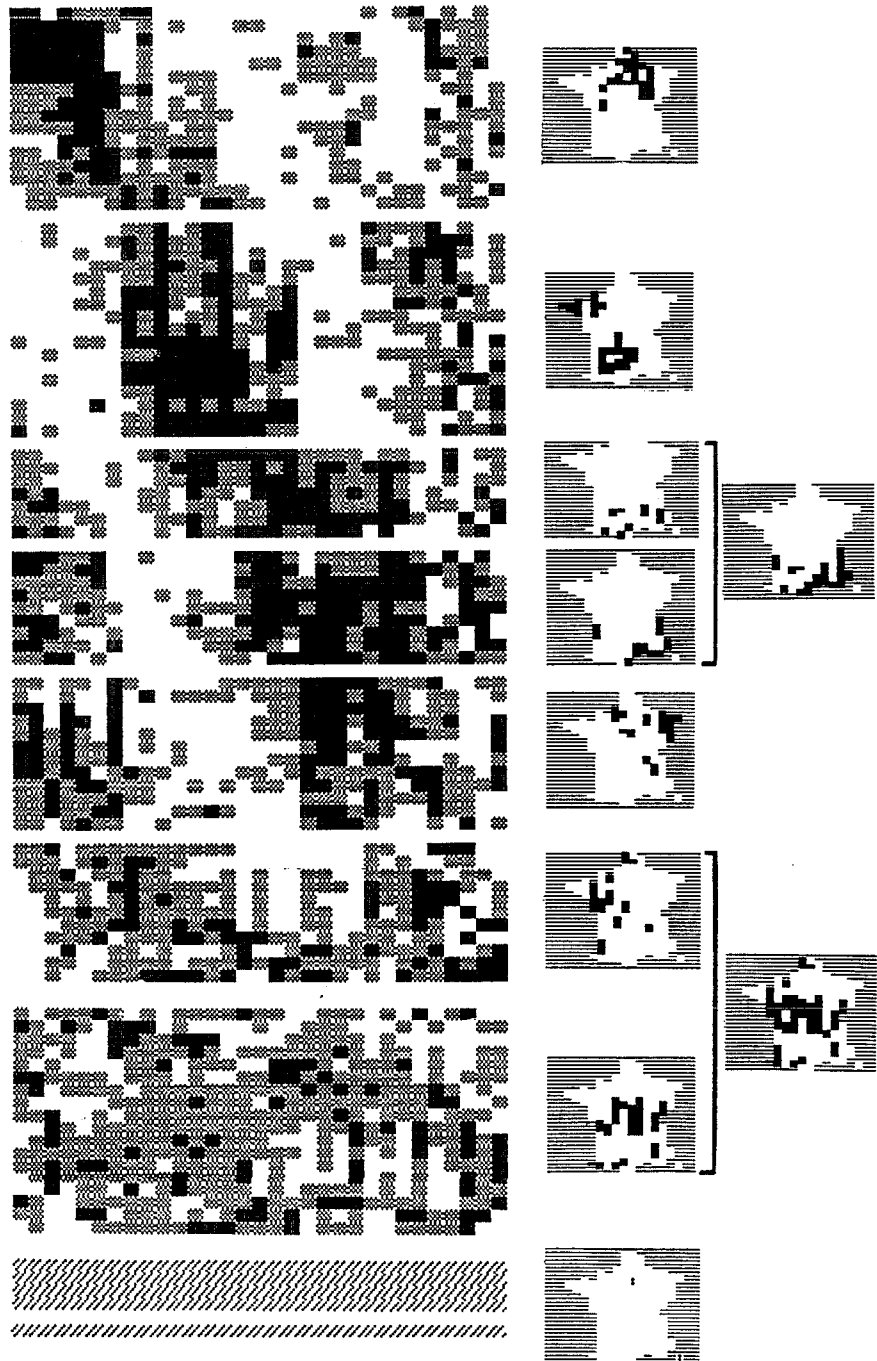


Tableau visuel simplifié  
 avec correspondance cartographique  
 des groupes de départements  
 (analyse multivariée)

UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
J. LE FOURN et A. MAILLES

---

Grâce à la possibilité de dessin interactif des paliers visuels, on a construit très simplement le tableau simplifié à partir du précédent. on a effectué une double opération: définition de 3 paliers visuels bien séparés (blanc, gris, noir), puis association des 8 classes avec les 3 paliers (1,2,3 blanc; 4,5,6 gris; 7,8 noir). Le choix de l'association n'a pas été fait au hasard, mais par observation des images obtenues pour diverses combinaisons; on a retenu celle qui met en évidence une "bonne" lecture du tableau.

Nous n'avons pas oublié qu'en construisant le tableau avec les départements en ligne nous avons fait abstraction de leur position géographique. C'est pourquoi nous avons été amené à représenter cartographiquement chacun des groupes de départements, réalisant ainsi une analyse graphique multivariée. Nous tenons à préciser que les cartes ont été réalisées grâce au même programme de manipulation des matrices ordonnables.

#### AUTRES EXEMPLES DE TRAITEMENT GRAPHIQUE

Nous présentons dans les deux pages qui suivent trois résultats de traitement graphique. Ils ont été choisis en fonction de l'intérêt de l'étude et des problèmes informatiques qu'ils soulèvent. Nous nous contenterons de mettre l'accent sur l'aspect informatique car nous estimons les images suffisamment parlantes.



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
J. LE FOURN et A. MAILLES

---

A MATRICE PONDEREE

Lignes et colonnes sont de dimensions inégales. Permuter deux lignes ne se résume pas à un simple (!) échange de mémoire, mais à une rotation de mémoire (de longueur quelconque) si les lignes sont contiguës et à trois rotations successives si les lignes ne sont pas contiguës.

B COLLECTION DE CARTES

On organise les cartes de façon à obtenir un ordre significatif. Les cartes sont de taille fixe et organisées en tableau. Il peut y avoir des cases sans carte, et des lignes ou colonnes ne possédant qu'une seule carte. On peut manipuler (permutation, changement de dessin des dominos) les lignes, les colonnes ou les cases (il est permis de permuter deux quelconques des cases).

C COLLECTION DE COURBES

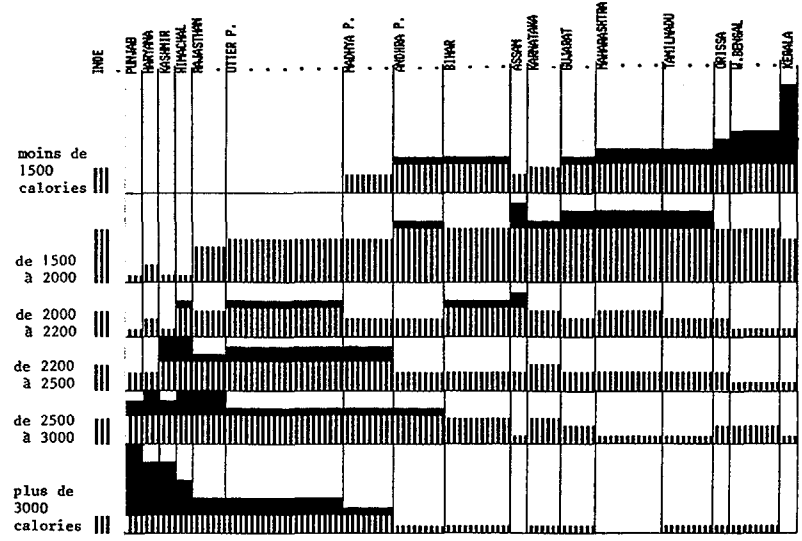
Etant d'implantation vectorielle les courbes peuvent s'imbriquer. La découverte des périodicités nécessite la possibilité de décalage horizontal des courbes (à droite ou à gauche). Pour éviter les chevauchements qui peuvent alors se produire, il faut être capable de réorganiser interactivement l'ensemble de la collection. Notons que le problème se pose également lors de la permutation des courbes.

Nous profitons de cet exemple pour montrer le mode de construction d'une carte synthèse à partir d'un tableau classé: on le fait par l'introduction de séparateurs et la définition des dominos correspondant aux groupements ainsi définis.



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
 J. LE FOURN et A. MAILLES

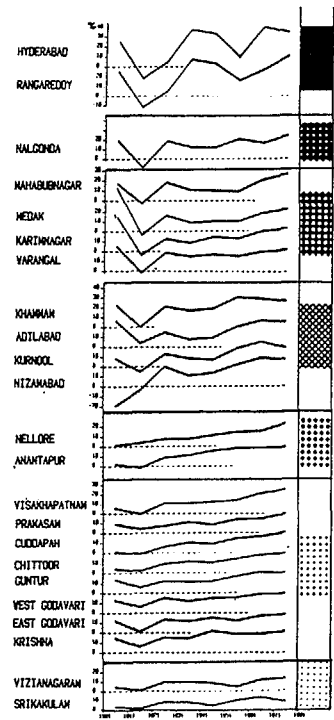
LA SOUS NUTRITION DANS LES ETATS DE L'INDE



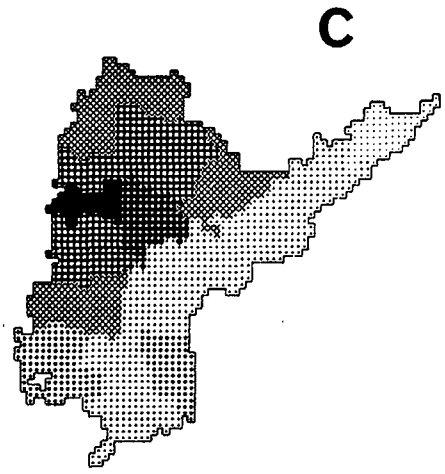
Matrice pondérée de 6 lignes et 18 colonnes

TROIS AUTRES TYPES DE MANIPULATION GRAPHIQUE

A

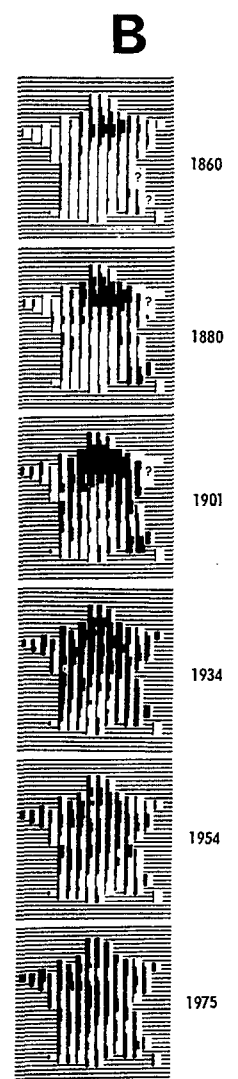


Collection classée de 23 courbes ,  
 avec une carte de synthèse



POPULATION GROWTH 1901-1981  
 IN ANDHRA PRADESH (INDIA)

C



TAUX DE SUICIDES  
 par départements  
 d'après H. Le Bras, E. Todd  
 L'invention de la France  
 Pluriel, Paris, pp. 458-459

50 p. 100000  
 33  
 28  
 23  
 18  
 13  
 8  
 1,4

Collection ordonnée de 6 cartes



UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
 J. LE FOURN et A. MAILLES

---

Pour tenter de résumer tout ce qui précède, nous vous présentons ce que nous croyons devoir être les fonctions essentielles d'un système graphique d'analyse multivariée.

Les modules de base sont le traitement des matrices ordonnables et le traitement des graphes. Viennent se greffer, sur le premier les cartes matricielles, sur le second les courbes, réseaux et cartes vectorielles.

La description des données effectuée pour pouvoir se servir de ces modules, doit permettre le classement interactif des collections éventuelles (cartes, matrices, réseaux)

Enfin, le passage automatique entre matrice de matrices, collections de cartes et de courbes associées doit être automatisé de telle sorte que la manipulation de l'un puisse impliquer la modification des autres.

Nous pensons que les deux schémas ci-contre résument bien ces préoccupations.

### PROGRAMMES REALISES SUR APPLE II 48 K

Pour cette communication, nous ne justifierons pas les choix algorithmiques et de programmation que nous avons été amené à faire. Nous ne le nions pas, les deux pages qui suivent sont très difficiles à lire. Elles ont l'intérêt de mettre en évidence la complexité de la structuration des données et la simplicité de la programmation correspondante, puisque l'essentiel des programmes est présenté dans la page de droite. Nous signalons que les seules difficultés rencontrées pour la programmation viennent des contraintes techniques de l'APPLE II, du 6502 et du système DOS 3.3.

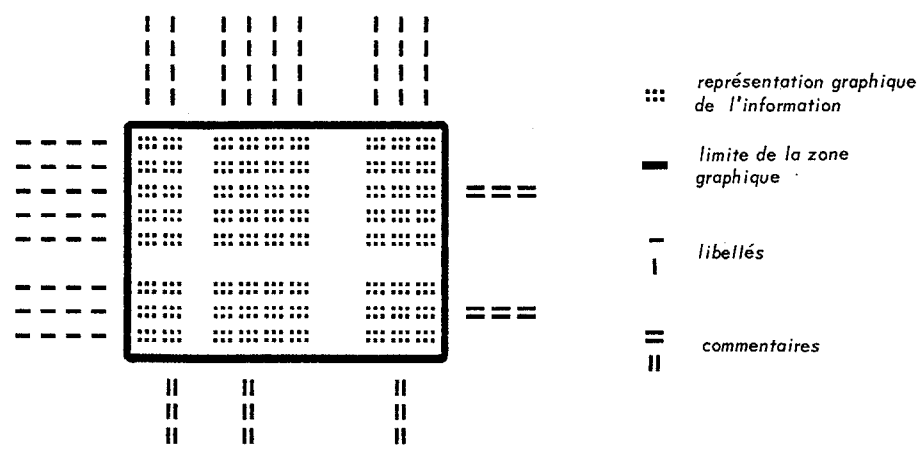
L'image est sur deux pages écran (une seule étant affichée à un moment donné); la deuxième page contient l'image soit de la continuation des lignes, soit de la continuation des colonnes.

Le temps d'affichage d'une image est tout à fait acceptable pour une matrice ordonnable simple: 1/2 seconde pour un tableau de 250 lignes de 38 colonnes. Quant aux temps de permutation, ils sont négligeables par rapport aux temps de réaction de l'homme. Nous pensons qu'il y a des chances que ces temps s'avèrent insuffisants pour permettre la manipulation quasi temps réel des matrices de matrices avec passage automatique matrice-carte-courbe. Il faudra donc revoir la structuration des données.

Si nous avons tenu à présenter les algorithmes sous forme de langage assembleur, c'est que nous estimons cela tout aussi "lisible" que des organigrammes détaillés ou des explications générales (à condition d'en faire une présentation correcte; les commentaires qui devraient se trouver à droite des instructions ne sont absents de notre page que faute de place). Ces deux pages, très techniques, sont plus spécialement destinées aux informaticiens intéressés.

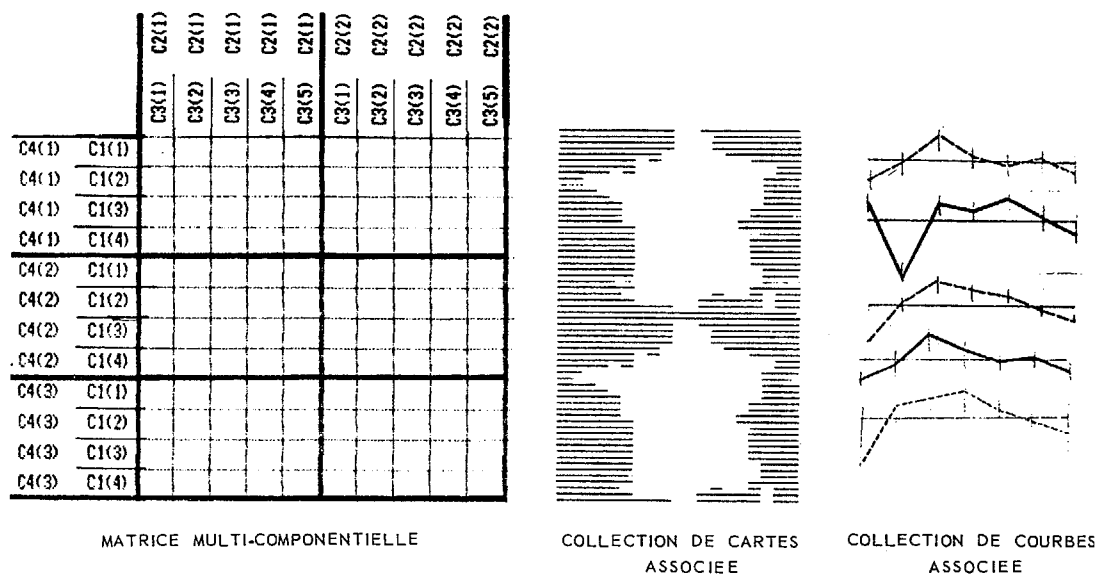
UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION  
 J. LE FOURN et A. MAILLES

REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE MATRICE ORDONNABLE



Opérations fondamentales : permutation ligne ou colonne  
 modification des dessins des dominos  
 introduction de séparateurs

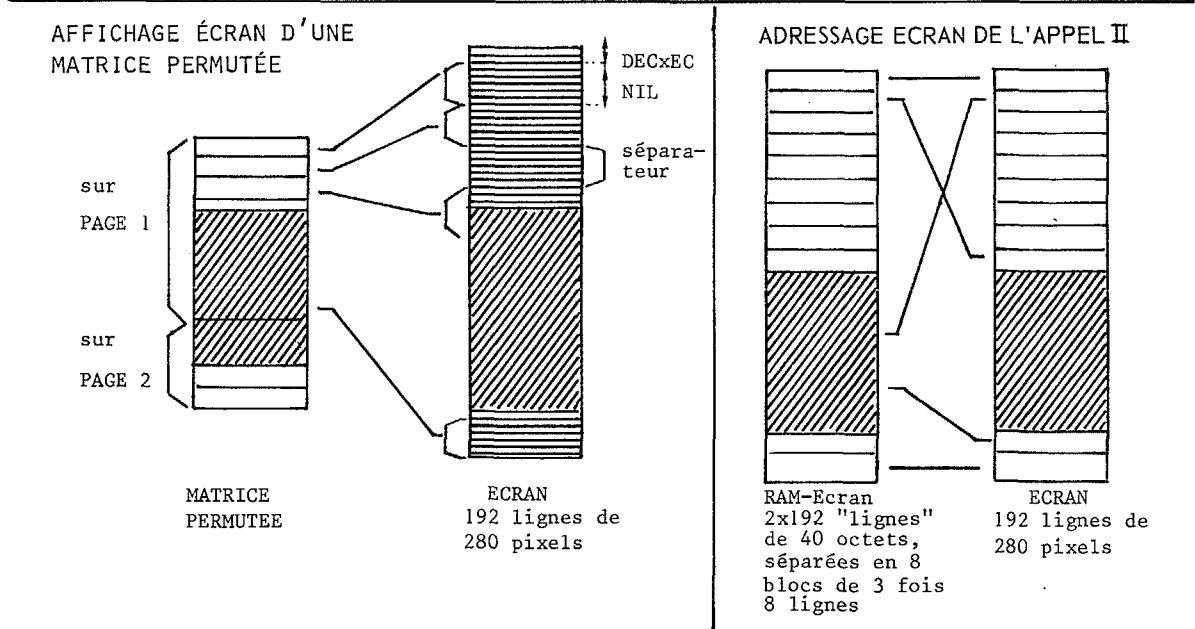
REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE ANALYSE DE DONNEES GRAPHIQUE MULTIVARIEE



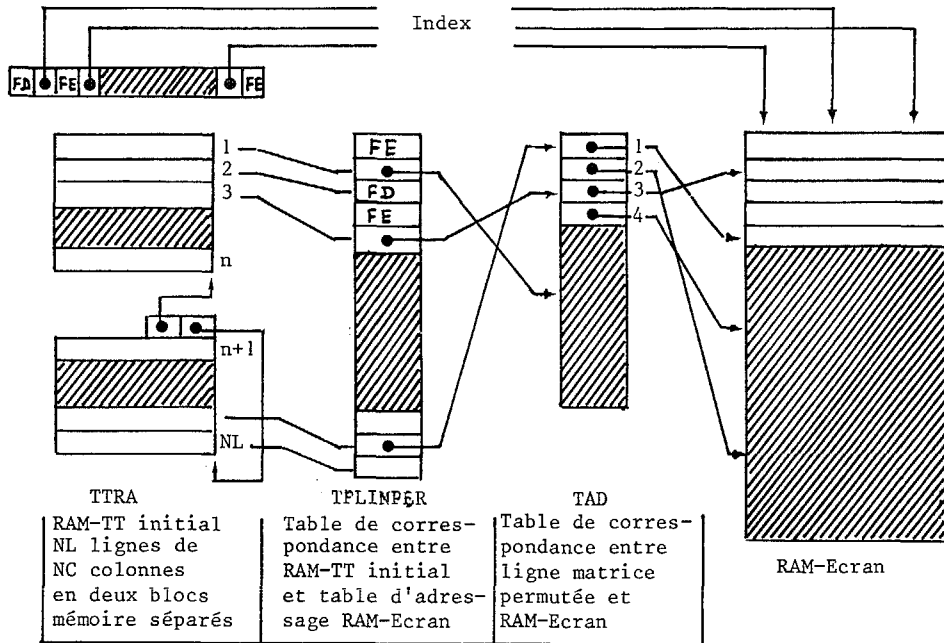
N.B. Le noyau de base de la manipulation est celui des matrices ordonnables simples.  
 Les types de composantes et leur imbrication ne sont que des couches de description supplémentaires.



STRUCTURES DE DONNÉES FONDAMENTALES



CORRESPONDANCE ENTRE RAM-MATRICE ET RAM-ECRAN



N.B. La structure ci-dessus n'est utilisée que lors de la génération d'image.  
 Les opérations de permutation sont effectuées directement dans la RAM-Ecran,  
 avec mise à jour de TPLINPER.  
 Une table de correspondance, permutee par rapport à l'initial, sert au dialogue  
 avec l'utilisateur.





## PROPOSITIONS POUR UN OUTIL INFORMATIQUE MIEUX ADAPTE

Une lecture attentive des pages précédentes montre les algorithmes réalisés pour construire un outil de manipulation des matrices ordonnables relativement performant. Si les micro-ordinateurs respectaient certaines règles, dans le même laps de temps nous aurions pu construire un système plus efficace de Traitement Graphique de l'Information, au lieu de perdre du temps à se soumettre aux contraintes du matériel (exemple: 1 colonne = 7 pixels). Le coût final de fabrication d'un matériel approprié à la manipulation des matrices ordonnables, est très certainement inférieur à celui d'un dessin en 3D ou de représentation de surfaces gauches.

Peut-on envisager un système d'analyse multivariée graphique sur micro-ordinateur? La taille mémoire n'est plus un problème. Les temps d'exécution nous semble compatibles avec ce que nous en attendons. Par contre le temps de fabrication du logiciel est extrêmement long si l'on ne dispose pas d'outils informatiques résolvant quelques questions inhérentes au Traitement Graphique de l'Information.

Quels sont nos besoins? Pour répondre à cette question nous devons garder en mémoire notre objectif fondamental, qui est rappelé par la question du paragraphe précédent. Parler d'analyse multivariée, c'est parler de manipulations de matrices de matrices. Effectuer une permutation, par exemple, revient alors à effectuer  $n$  permutations à l'aide d'un module de permutations de matrices simples. Nous rajoutons donc une couche supplémentaire combinatoire de description et de description; ceci risque de ralentir considérablement le temps d'interaction, nous menant peut-être à la disparition de l'aspect conversationnel! Or cet acquis ne peut être supprimé, surtout sur micro-ordinateur. Il nous paraît abhèrent de limiter la manipulation graphique aux gros ordinateurs ou à des terminaux spécialisés, sous prétexte que les outils actuels de micro-infographie ne respectent pas les contraintes du Traitement Graphique de l'Information.

Aussi, pour pouvoir implanter sur micro-ordinateur les fonctions fondamentales de la graphique il faut disposer d'outils adéquats, que l'on peut classer en quatre familles:

- moniteur (vidéo)
- contrôleur d'écran
- firmware
- logiciel

La première famille ne pose pas de problème car elle est facilement delimitable. Pour les trois autres, les critères temps et complexité des algorithmes à mettre en oeuvre seront déterminants. Dans l'analyse multivariée, c'est-à-dire la corrélation de corrélations avec passage automatique matrice-carte-courbe, certains sous-programmes de base doivent être les plus rapides possible. De plus des routines de manipulations conversationnelles (modification des paliers visuels par exemple) devront être quasi instantanées. Ceci nous pousse à mettre le plus près possible du matériel les programmes critiques en temps, soit en circuit, soit en firmware s'ils sont trop complexes. Il est à noter que ces manipulations temps réel pourront éventuellement servir de base pour développer un traitement graphique par images dynamiques.

UN MICRO ORDINATEUR GRAPHIQUE :  
 PROGRAMMES REALISES ET EXEMPLES D'APPLICATION  
 A GRAPHIC MICRO-COMPUTER: SOFTWARE AND EXAMPLES OF APPLICATION

CONTRAINTES MONITEUR

Remarques préliminaires: la qualité d'un écran dépend principalement de 3 paramètres.

- densité du maillage des points pixels
- grandeur du point pixel
- densité lumineuse du point pixel

un quatrième paramètre pour les écrans couleur

- décalage des pixels couleur

La finesse d'écran se déterminera en fonction de ces 4 paramètres. Un très bon écran aura des pixels très petits, très rapprochés, et la distance entre deux pixels sera à la limite du pouvoir de résolution de l'oeil.

Un moniteur graphique doit remplir les conditions suivantes:

- grande finesse
- deux pixels allumés contigus horizontalement doivent former deux points et non un tiret
- un écran homothétique au format A4
- maillage des points pixels carré
- deux canons à électron correspondant à deux plans différents chacun pouvant être graphique ou texte
- pour la couleur nécessité de 4 plans adressables séparément (3 couleurs fondamentales + le noir)
- mémoire écran organisée en mots de 60 bits (60=3x4x5)
- mémoire de 32 K par plan

CONTRAINTES CONTROLEUR D'ECRAN (circuits)

- adressage de l'écran avec des séparateurs définissables en largeur
- générateur de caractères modulables en taille suivant X, Y
- adressage de l'écran en coordonnées de caractères (on quadrille l'écran en pavés définissables et adressables)
- 2 à 4 jeux préprogrammés
  - 1 à 2 jeux définissables par logiciel
- inversion visuelle automatique

MICRO-PROGRAMMATION - FIRMWARE

- permutation, inversion ligne/colonne
- définition/déplacement de plusieurs curseurs
- hard-copy réelle en A4
- liaison modem

LOGICIEL DE BASE

- modification des correspondance classe/palier
- répartition en classes
- traduction matrice/classe/courbe
- décalage, inclusion de courbes

LE FOURN Joel

MAILLES Alain

Laboratoire de Graphique (EHESS)  
 CIT ALCATEL - DON

Laboratoire de Graphique (EHESS)  
 Ministère de l'Education Nationale - SIGES 10  
 Universités de PARIS III et XIII